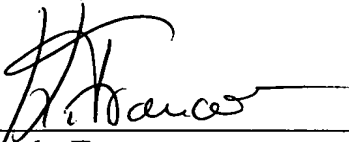


C E R T I F I C A T I O N

I, the below named translator, hereby declare that: my name and post office address are as stated below; that I am knowledgeable in the English and German languages, and that I believe that the attached text is a true and complete translation of the coversheet of the German Patent Application 103 16 878.8, attesting to a purported filing date of April 11, 2002.

I hereby declare that all statements made herein of my own knowledge are true and that all statements made on information and belief are believed to be true; and further that these statements were made with the knowledge that willful false statements and the like so made are punishable by fine or imprisonment, or both, under Section 1001 of Title 18 of the United States Code and that such willful false statements may jeopardize the validity of the application or any patent issued thereon.

Hollywood, Florida

  
\_\_\_\_\_  
Karola Franco

March 16, 2004

Lerner and Greenberg, P.A.  
P.O. 2480  
Hollywood, FL 33022-2480  
Tel.: (954) 925-1100  
Fax.: (954) 925-1101

# FEDERAL REPUBLIC OF GERMANY

## Seal

### Priority Document Certificate Regarding The Filing Of A Patent Application

<b>File number:</b>	103 16 878.8
<b>Application date:</b>	April 11, 2002
<b>Applicant/Owner:</b>	Diehl AKO Stiftung & Co KG; 88239 Wangen/DE
<b>Title:</b>	Washing Machine with Brushlessly Commutating Drive Motor
<b>IPC:</b>	H 02 K, D 06 F

The attached sheets are a correct and precise copy of the original documents of this patent application.

München, January 15, 2004  
On behalf of the  
**President**  
**of the German Patent Office**

Signature

Wallner



## Prioritätsbescheinigung über die Einreichung einer Patentanmeldung

**Aktenzeichen:** 103 16 878.8

**Anmeldetag:** 11. April 2002


**Anmelder/Inhaber:** Diehl AKO Stiftung & Co KG,  
88239 Wangen/DE

**Bezeichnung:** Waschmaschine mit bürstenlos  
kommutierendem Antriebsmotor

**IPC:** H 02 K, D 06 F

Die angehefteten Stücke sind eine richtige und genaue Wiedergabe der ursprünglichen Unterlagen dieser Patentanmeldung.

München, den 15. Januar 2004  
**Deutsches Patent- und Markenamt**  
**Der Präsident**  
Im Auftrag



Wallner

Diehl AKO Stiftung & Co. KG, 88239 Wangen

### Waschmaschine mit bürstenlos kommutierendem Antriebsmotor

Die Erfindung betrifft eine Waschmaschine mit einem Antrieb gemäß dem Oberbegriff des Anspruches 1.

5 Die Ausstattung von Waschmaschinen mit solchen Antriebsmotoren, wie sie etwa in der US 6,008,603 A beschrieben sind, ist marktüblich. Die Kommutierung des Motorstromes in Abhängigkeit von der momentanen Drehwinkelstellung des permanentmagnetischen Rotors im Antriebsmotor erfolgt mittels in die Motorsteuerung eingespeister Sensorsignale, die von Magnetfeldsensoren generiert werden, welche im Luftspalt zwischen Stator und Rotor des Motors den Durchlauf eines  
10 Rotorpoles durch eine maschinenfeste Referenzstellung erfassen und an die Prozessorsteuerung für einen Wechselrichter zur phasenrichtigen Steuerung der Umlaufgeschwindigkeit des Stator-Drehfeldes und damit zur Vorgabe der Rotor-Drehzahl melden.

15 Derartige bürstenlose, elektrisch kommutierende Permanentmagnet-Motoren sind betriebstechnisch als drehzahlsteuerbare Antriebsmotoren für die Waschtrommeln in Waschmaschinen geeignet. Nachteilig ist jedoch, dass in solch einen Motor längs des Umfangs des hohlzylindrischen Luftspalts zwischen Stator und Rotor eine Anzahl von Magnetfeldsensoren eingebaut werden muss. Das ist aus Platzgründen kritisch, zumindest kostspielig; und das mindert die mechanischen und  
20 die elektrodynamischen Eigenschaften des Motors, jedenfalls wenn die Magnetfeldsensoren in zum Zentrum des Rotors hin sich öffnende Hohlräume in Statorpolen eingebaut werden. Darüber hinaus ist es von funktionalem Nachteil, dass solche Magnetfeldsensoren schon auf das breite Streufeld eines Rotor-Dipoles

ansprechen und deshalb keine winkelmäßig besonders exakte Signalgabe bei Erreichen einer bestimmten, für den optimalen Kommutierungsvorgang maßgeblichen Drehwinkelstellung des Rotors liefern.

5 In Erkenntnis dieser Gegebenheiten liegt vorliegender Erfindung die technische Problemstellung zugrunde, für einen optimierten Kommutierungsvorgang bei Waschmaschinenantrieben die Rotorstellung relativ zum Stator präziser zu erfassen, und das sogar, ohne mechanische Eingriffe in die Motorkonstruktion vornehmen zu müssen.

10

Diese Aufgabe ist gemäß der im Hauptanspruch angegeben Kombination der wesentlichen Merkmale erfindungsgemäß dadurch gelöst, dass die Rotorstellung relativ zum Motorstator nicht mehr unmittelbar über das Rotormagnetfeld, durch einen Magnetfeldsensor am Luftspalt des Motors, erfasst wird, sondern mit wesentlich größerer Drehwinkelauflösung durch einen Drehbewegungs-Inkrementalgeber, der mit der Waschtrommelachse drehstarr gekoppelt ist.

15

Dadurch braucht nicht mehr in den für den Wirkungsgrad des Motors kritischen Luftspaltbereich eingegriffen zu werden, um die den jeweils bevorstehenden Kommutierungsvorgang auslösende Rotorwinkelstellung zu erfassen, weil diese nun indirekt – außerhalb des Motors – und mit erhöhter Winkelauflösung erfasst wird. Das in Abhängigkeit von der momentanen Drehstellung des permanentmagnetischen Rotors erfolgende Umschalten der Feldwicklungen für ein umlaufendes Drehfeld im Antriebsmotor kann nun auch deshalb sehr viel präziser geschehen, als bei Ableitung aus dem breit streuenden Rotor-Dipolfeld, weil eine definierter ansprechende, insbesondere optoelektronische Sensorik zum Gewinnen von Inkremental-Zählimpulsen einsetzbar ist.

20

25

30

Nunmehr ist also statt der Magnetfeldsensoren für die Drehwinkelerfassung des Rotors ein Inkrementalzählsystem vorgesehen, das darauf beruht, in Bezug auf den Umfang der Waschtrommel äquidistant angeordnete Aktuatoren an einer von der Welle der Trommel oder des Rotors eines Direktantriebs getragenen Aktuatorenscheibe auf einen maschinenfesten Impulsgeber einwirken zu lassen, dessen Impulsgebung von einem in eine definierte Anfangsstellung synchronisierbaren Zähl-

ler aufsummiert wird. Bezogen auf diese definierte Anfangsstellung entspricht daher der Aufeinanderfolge der Aktuatoren und somit jeder Zählstellung einer bestimmte Drehwinkelstellung der Waschtrommel und somit auch des drehstarr an ihre Welle gekoppelten Rotors ihres Antriebsmotors. Deshalb ergibt die große  
5 Anzahl an mit einem Umlauf der Trommel an ihrer Welle anfallenden Zählimpulsen eine entsprechend hohe Auflösung der fortlaufenden Erfassung des Rotordrehwinkels zum winkeltgerechten Einleiten des Kommutierungsvorgangs zwischen den Feldwicklungen für das Drehfeld bei der Motoransteuerung.

Vorzugsweise wird der statorfeste Impulsgeber jeweils von einem Paar geringfügig phasenversetzter, also in Bewegungsrichtung gegeneinander versetzter Aktuatoren angeregt, oder aber jeder der äquidistant aufeinander folgenden Aktuatoren regt zwei geringfügig in Bewegungsrichtung der Aktuatoren gegeneinander versetzte Impulsgeber an. Aus dieser Doppelpulsfolge kann dann in als solcher bekannter Weise die Bewegungsrichtung der Aktuatoren relativ zum Impulsgeber –  
10 und damit die aktuelle Drehrichtung der Trommel – für momentan summierend oder subtrahierend saldierenden Betrieb des Inkrementalzählers abgeleitet werden.

Dieser Zähler wird jedenfalls zu Betriebsbeginn in eine Zählansfangs- oder Referenzstellung, vorzugsweise durch Rücksetzen auf den Zählwert NULL, synchronisiert. Das erfolgt vorzugsweise auch danach noch periodisch während des Betriebs, insbesondere mit einem jeden ganzzahligen Vielfachen der vollen Umdrehung der Waschtrommel. Dafür kann ein weiterer, nur einmal während eines Umlaufes der Waschtrommel auf einen Impulsgeber wirkender Aktuator vorgesehen sein, der beispielsweise auf einer axial versetzten Umlaufspur von einem ihm eigens zugeordneten Impulsgeber erfaßt wird; oder aber eine definierte Anordnung einer Mehrzahl von Aktuatoren in einer Referenzposition bezüglich der Waschtrommel führt zu einer einzigen, definierten Mehrfachimpulsgebung pro Umdrehung der Waschtrommel, die zu Betriebsbeginn zur Synchronisation des Zählers auf  
20 diese Drehwinkel-Referenzstellung dekodiert wird und dann während des Betriebs herausgefiltert oder sonst wie unterdrückt wird, um den drehwinkelabhängigen Zählervorgang nicht zu verfälschen.

Eine solche Synchronisierung des Inkrementalzählers auf die Trommelumdrehung kann zu Betriebsbeginn des Waschprozesses aber auch ohne Auslösung und Auswertung einer zusätzlichen, singulären Impulsgabe erfolgen, nämlich indem zu Betriebsbeginn der Motor zunächst mit einem starken Gleichstrom durch eine räumlich definierte diametrale Paarung von Stator-Feldspulen gespeist wird, deren Dipolfeld den permanentmagnetischen Rotor folglich zunächst in diese Statorstellung verdreht. Nun kann der Inkrementalgeber initialisiert, also der Zähler für diese Rotorwinkelstellung in die Zählansfangsstellung gesetzt werden. Der Motor wird sodann aus dieser definierten Anfangsstellung heraus über die Ansteuerung des ihm vorgeschalteten Wechselrichters in Betrieb gesetzt. Das damit hochlaufende Zählergebnis gibt wieder die Winkelstellung des Rotors relativ zu jener Betriebsanfangsstellung an, weil die Anzahl an Zählimpulsen pro Umdrehung der Trommel durch die vorgegebene Anzahl an Aktuatoren zur Auslösung von Zählimpulsen konstruktiv vorgegeben ist. Das aktuelle Zählergebnis liefert somit eine sehr präzise von der aktuellen Drehwinkelstellung des Rotors abhängige Kommutierung des Motorstromes über die Umsteuerung des Wechselrichters auf Bestromung des in Drehrichtung jeweils nächstfolgenden Feldspulenpaares.

Auch während des laufenden Betriebes ist eine drehstellungsabhängige Zählersynchronisierung ohne Rückgriff auf Zählimpulse des Inkrementalsensors möglich, womit der Zählerstand des Inkrementalgebers fortlaufend überprüft bzw. korrigiert werden kann. Dafür kann auf das in der US 6,249,094 B1 näher erläuterte Verfahren zurückgegriffen werden, die Rotorstellung daraus abzuleiten, dass während einer Stromlücke in einem Statorspulenstrang (etwa während verlängerten Nulldurchgangs eines quasi-sinusförmigen Motorstromes) die in diesem Strang vom sich drehenden Rotor gerade induzierte Klemmenspannung und deren Phasenlage gegenüber dem Statorstrom durch diesen Strang erfaßt werden.

Zusätzliche Vorteile und Weiterbildungen der erfindungsgemäßen Lösung ergeben sich aus den weiteren Ansprüchen und aus nachstehender Beschreibung eines in der Zeichnung skizzierten bevorzugten Realisierungsbeispiels zur erfindungsgemäßen Lösung. Die einzige Figur der Zeichnung zeigt, mittels Blockschaltbildern auf das Funktionswesentliche abstrahiert, einen Waschmaschinenantrieb mit

bürstenloser sensorgesteuerter Kommutierung über seinen prozessorgesteuerten Wechselrichter.

5 Im Gehäuse einer Waschmaschine 11 ist deren Waschtrommel um eine etwa horizontale Achse drehbar gelagert und drehstarr mit dem permanentmagnetischen Rotor 13 eines Synchron-Antriebsmotors 14 verbunden. Diese konstruktiv winkelstarre Verbindung kann durch eine Transmission, vorzugsweise eine Ketten- oder Zahnriemenübertragung realisiert sein; primär wird aber die Bauform eines Direktantriebs gewählt, bei dem der Rotor 13 drehstarr mit der Welle der Waschtrommel 12 verbunden ist.

10 Beim Antriebsmotor 14 handelt es sich um einen bürstenlosen Gleichspannungsmotor bzw. Synchronmotor, dessen permanentmagnetischer Rotor 13 mit dem von einem programmsteuerbaren Wechselrichter 16 hervorgerufenen Drehfeld im Stator 15 rotiert. Dieses Drehfeld wird von einem mehrphasigen Wicklungssystem im Stator 15 erzeugt, das über einen entsprechend mehrphasigen Wechselrichter 16 (auch als Inverter bezeichnet) periodisch und phasenversetzt bestromt wird. Dazu werden die den jeweiligen Wicklungssträngen des Stators 15 zugeordneten Halbbrücken 17 des Wechselrichters 16 aus einem Prozessor 18 in als solcher bekannter Weise zyklisch derart angesteuert, dass sich das mit der gewünschten Winkelgeschwindigkeit umlaufende Drehfeld im Stator 15 des Antriebsmotors 14 einstellt. Die elektrische Energie dafür wird aus dem kapazitiven Speicher eines Gleichstromzwischenkreises 19 bezogen, der über einen Wechselspannungs-Gleichspannungs-Wandler 20 aus dem allgemeinen Wechselspannungsnetz 21 nachgeladen wird.

25 Für die kontinuierliche Drehbewegung des Rotors 13 muss bei Erreichen einer bestimmten Drehwinkelstellung des Rotors 13 relativ zum Stator 15 ein Übergang von der Halbbrücke 17 einer Statorspulenpaarung auf die nächste erfolgen, also die Bestromung von einem Wicklungsstrang zum nächsten weitergeschaltet werden. Für diesen Kommutierungsvorgang wird nun nicht mehr unmittelbar die Stellung des permanentmagnetischen Rotors 13 gegenüber dem Stator 15 mittels eines in den Motor 14 eingebauten Magnetfeldsensors erfaßt, sondern die mit der Rotor-Drehwinkelstellung und mit der Drehwinkelstellung der Waschtrommel überein-



stimmende Winkelstellung einer ihrerseits drehstarr von der Welle der Trommel 11 bzw. de Rotors 13 verbundenen Aktuatorscheibe 12 relativ zum Maschinengehäuse, also auch zum Stator 15 des Motors 14 bzw. zur Trommellagerung in der Waschmaschine 11 abgefragt. Weil die Auflösung der Aktuatorscheibe wesentlich größer sein kann, als die Anzahl der magnetischen Rotordipole des Rotors 12, und weil nicht mehr das breit streuende Rotordipolfeld sensorisch erfaßt wird, führt diese externe Drehwinkelermittlung über einen Inkrementalzähler für die Kommutierung zu einer wesentlich größeren Winkelauflösung, also über einen präziseren Kommutierungsvorgang zu ruhigerem Lauf auch bei extremen Drehzahlen oder Lastmomenten.

Die fortlaufende inkrementale Erfassung der momentanen Rotordrehwinkelstellung geschieht vorzugsweise mittels eines als Lichtschranke arbeitenden optoelektronischen Inkremental-Sensors 22. Dessen Impulsgeber 23 reagiert auf die Passage von Aktuatoren 24, welche längs eines zur Drehachse coaxialen Kreises an der Scheibe 12 ausgebildet oder befestigt sind. Bei diesen Aktuatoren 24 kann es sich beispielsweise um eine Folge von Reflektoren handeln, die bei ihrer Passage einen Impulsgeber 23 in Form einer Reflexlichtschranke anregen; oder um eine Folge von Blendenlöchern längs des Umfangs der Scheibe 12, die zwischen Sender und Empfänger einer Gabellichtschranke (auch als Transmissionslichtschranke bezeichnet) als dem Impulsgeber 23 verlagert werden. Das ist in der Zeichnung konstruktiv nicht näher ausgeführt, da derartige Impulsgeber 23 als Lichtschranken kommerziell erhältlich sind.

Die im Zuge der Drehbewegung der Scheibe 12 vom Impulsgeber 23 gelieferte Folge von Inkremental-Zählimpulsen 25 wird in einem Inkrementalzähler 26 aufsummiert, der entgegen der symbolischen Prinzipdarstellung der Zeichnung in der Praxis im Rahmen des Prozessors 18 für die Ansteuerung des Wechselrichters 16 realisiert sein wird. Das aktuelle Zählergebnis entspricht einer aktuellen Drehwinkelstellung der Scheibe 12 und somit des Rotors 13 im Motor 14. Die Möglichkeit, durch phasenverschobene Doppelimpulse über eine Impulsfolgeauswertung die Drehrichtung der Waschtrommel 12 zu erkennen und demzufolge die Impulse 25 am Zählengang des Zählers 26 alternativ aufwärts oder abwärts zu zählen, um die aktuelle Drehrichtung der Trommel 12 bei der inkrementalen Winkelbestimmung zu berücksichtigen, ist in der Zeichnung nicht ausgeführt.

Um eine auf den Stator 15 bezogene, also absolute Winkelstellungsaussage zu erbringen, muss der Zähler 26 in einer definierten Ausgangsdrehwinkelstellung der Waschtrommel 12 initialisiert, nämlich auf eine definierte Ausgangszählstellung (vorzugsweise auf den Zählwert NULL) gesetzt werden. Dieses Synchronisieren des Zählers 26 auf die Drehbewegung des Rotors 13 erfolgt über einen Setzeingang 27 mittels einer Synchronisierungsinformation 28, die von einer symbolisch als Schalter skizzierten Synchronisierungslogik 29 geliefert wird.

Diese Synchronisierungslogik 29 kann darauf ansprechen, dass im Verlaufe der an sich äquidistanten Anordnung der Aktuatoren 24 längs der Scheibe 12 pro Umdrehung ein einziges mal eine signifikante Unterbrechung oder Mehrfachanregung erfolgt, die einmal zu Betriebsbeginn oder periodisch als Referenzdrehstellung der Trommel erfasst wird und den Zähler 26 mittels eines Synchronisierimpulses 28 über einen Setzeingang 27 in die vorgegebene Zählansfangsstellung (vorzugsweise auf NULL) zurücksetzt. Im Zählerprogramm wird berücksichtigt, dass diese Referenzpulsgabe nur als ein Zählimpuls ausgewertet wird, um den drehwinkelabhängigen Zählvorgang nicht zu verfälschen.

Der Motor 14 kann aber statt dessen auch vor Betriebsbeginn der Waschmaschine 11 über eine der Halbbrücken im Wechselrichter 16 einphasig mit Gleichstrom zum Aufbau eines stationären bipolaren Statormagnetfeldes betrieben werden, so dass der permanentmagnetische Rotor 13 sich in diese Winkelstellung eindreht; womit dann (in der Zeichnung die gestrichelte Alternative) über den Prozessor 18 der Synchronisierimpuls 28 ausgelöst wird.

Wenn die aktuelle Zählstellung des Zählers 26 auf die aktuelle Ausgangsdrehstellung der Scheibe 12 und somit der Trommel und des Rotors 13 synchronisiert ist, entspricht das ansteigende Zählresultat der fortschreitenden Drehbewegung der Scheibe 12 und somit wiederum des Rotors 13, der Zähler 26 liefert zu gegebener Zeit an den Prozessor 18 die Winkelinformation für das Kommutieren der Motoransteuerung über den Wechselrichter 16.

Um also insbesondere bei einem Synchronmotor 14 mit permanentmagnetischem Rotor 13 die von der Rotordrehstellung abhängig sensorgesteuerte Kommutierung zu präzisieren, wird erfindungsgemäß nicht mehr das Vorbeibewegen des magnetischen Rotordipol-Magnetfeldes an (im Motor 14 selbst, dort im Bereiche des Luftspalts zwischen Stator 15 und Rotor 13, installierten) Magnetfeldsensoren abgefragt; sondern die Winkelauflösung und die Kommutierungsauslösung werden wesentlich verbessert, indem eine größere Anzahl (vorzugsweise größer als die Anzahl der Magnetdipole des Rotors) von Aktuatoren 24 an der Scheibe 12 abgefragt wird, die drehstarr unmittelbar mit dem Rotor 13 verbunden ist. Die scheibenfesten Aktuatoren 24 lösen in einem apparatefesten Inkremental-Impulsgeber 23 Zählimpulse 25 für einen Inkremental-Zähler 26 aus, dessen saldierte Zählstellung die momentane Winkelstellung der Scheibe 12 und damit ebenso der Trommel wie des Rotors 13 relativ zum Stator 15 angibt, wenn der Zähler 26 zuvor auf eine Referenz-Drehstellung der Scheibe 12 synchronisiert wurde. Die Synchronisierung des drehrichtungsabhängig saldierenden Inkrementalzählers 26 kann zu Betriebsbeginn mit dem Eindrehen des Rotors 13 in ein definiertes, zunächst noch stationäres Statorfeld und dann periodisch während des Betriebes durch eine signifikante Impulsgabe oder durch Auswerten der induzierten Statorwickelspannung an einem vorübergehend stromlosen Spulenstrang erfolgen.

5

10

15

20

## Patentansprüche

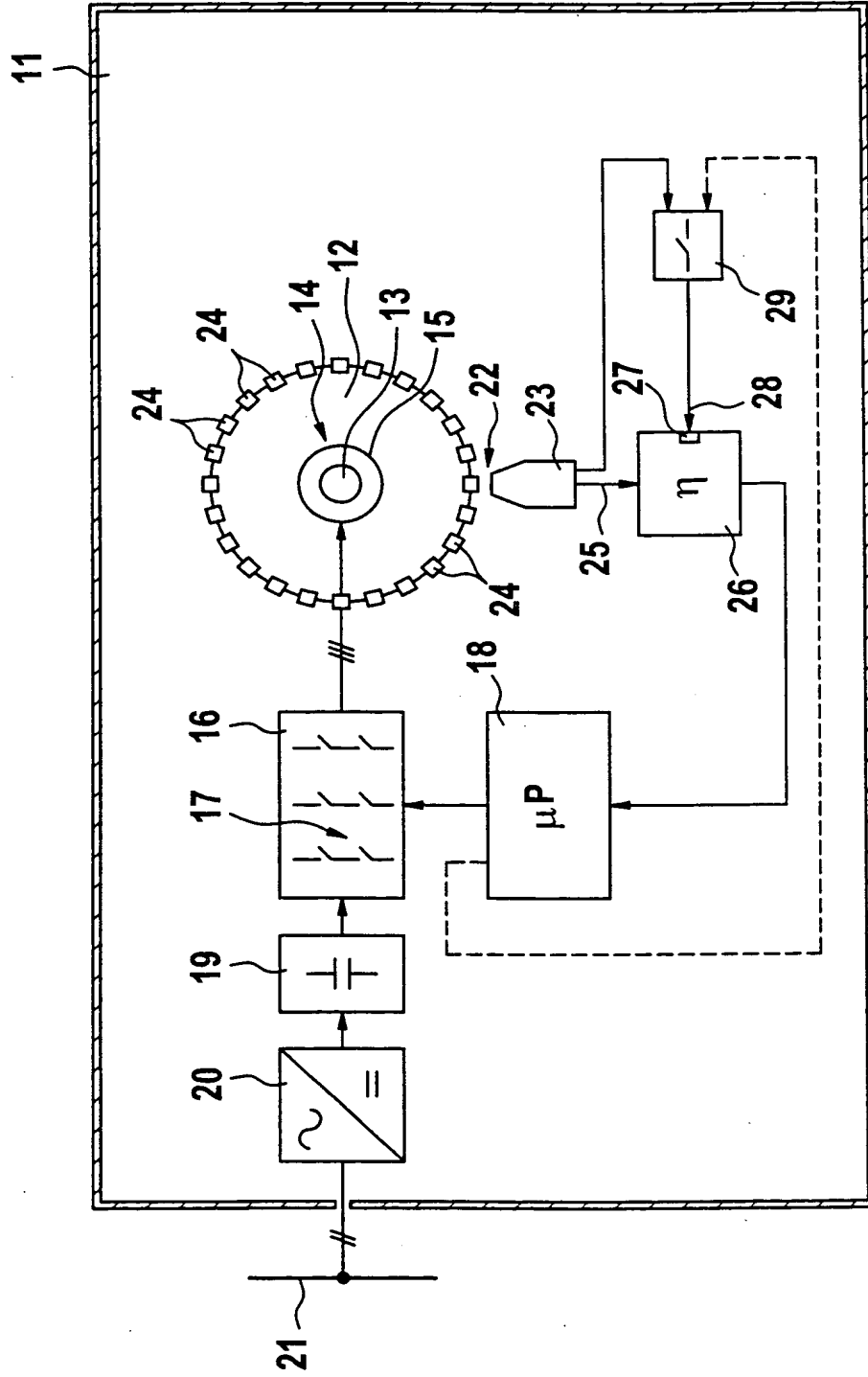
1. Waschmaschine (11) mit über einen prozessorgesteuerten Wechselrichter (16) bürstenlos kommutierendem Antriebsmotor (14) für den Betrieb ihrer Waschtrommel,  
dadurch gekennzeichnet,  
5 dass eine Aktuatorscheibe (12) drehstarr mit dem Rotor (13) des Motors (14) verbunden und längs eines Drehbewegungsweges mit einander benachbarten Aktuatoren (24) eines Inkrementalsensors (22) ausgestattet ist, die im Zuge ihrer Vorbeibewegung an einem gerätefesten Impulsgeber (23) Inkremental-Zählimpulse (25) auslösen, welche in einem Inkremental-Zähler (26) saldiert und von diesem als Information über die momentane Winkelstellung des Rotors (13) relativ zum Stator (15) an den Prozessor (18) zur Steuerung des Wechselrichters (16) geliefert werden.  
10
2. Waschmaschine nach Anspruch 1,  
15 dadurch gekennzeichnet,  
dass eine Synchronisier-Logik (29) zum Setzen des Zählers (26) in eine Zählansfangsstellung bei einer vorgegebenen Ausgangsstellung der Drehbewegung der Waschtrommel vorgesehen ist, die mit der Scheibe (12) und dem Rotor (13) drehstarr verbunden ist.  
20
3. Waschmaschine nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass ein zusätzlicher Aktuator (24) zum Aktivieren der Synchronisier-Logik (29) vorgesehen ist.  
25
4. Waschmaschine nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Aktuatorscheibe über eine markante Unstetigkeitsstelle z. B. in Form einer ausgesetzten oder mehrfachen Impulsgabe verfügt, welche auf

das Magnetfeld des Rotors räumlich fix und vorbekannt ausgerichtet ist und dadurch die Synchronisierlogik aktivierbar ist.

5. Waschmaschine nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Steuerung im Prozessor (18) dafür ausgelegt ist, zu Betriebsbeginn den Motor (14) stationär mit Gleichstrom zu speisen, bis sein permanentmagnetischer Rotor (13) relativ zum Stator (15) in die dieser Feldrichtung entsprechende Drehstellung eingedreht hat, woraufhin die Synchronisier-Logik (29) aktiviert und über den Wechselrichter (16) der Betrieb des Motors (14) mit einem Drehfeld gestartet wird.
6. Waschmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Impulsgeber (23) optoelektronisch nach Art einer Durchlicht- oder einer Reflexlichtschranke mit einer Folge von Öffnungen bzw. Reflektoren als den Aktuatoren (24) an der Scheibe (12) arbeitet.
7. Waschmaschine nach einem der vorangehenden Ansprüche,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass der Inkrementalsensor (22) gegeneinander phasenverschobene Paare von Zählimpulsen (25) liefert, aus deren Aufeinanderfolge ein etwaiger Wechsel der Drehrichtung des Rotors (13) und damit der Trommel (12) relativ zum gerätefesten Impulsgeber (23) für ein Umschalten der Zählrichtung im Zähler (23) abgeleitet wird.
8. Waschmaschine nach Anspruch 2,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Synchronisierlogik (29) auf Gleichphasigkeit des Motorstromes mit einer vom Rotor (13) induzierten Klemmenspannung während Stromnulldurchganges des Motorstromes durch diesen Wicklungsstrang des Stators (15) anspricht.

9. Waschmaschine nach Anspruch 1,  
dadurch gekennzeichnet,  
dass die Anzahl der Aktuatoren (24) auf der Aktuatorscheibe (12) ein geradzahliges Vielfaches der Anzahl der Magnetdipole des Rotors beträgt.

Fig. 1



## Zusammenfassung

Um bei einem Synchronmotor (14) mit permanentmagnetischem Rotor (13) für den Antrieb einer Waschmaschine (11) die von der Rotordrehstellung abhängig sensorgesteuerte Kommutierung zu präzisieren, wird nicht mehr das Vorbeibewegen des magnetischen Rotordipol-Magnetfeldes an im Bereiche des Luftspalts zwischen Stator (15) und Rotor (13) installierten Magnetfeldsensoren abgefragt; sondern die Winkelauflösung und die Kommutierungsauslösung werden wesentlich verbessert, indem eine größere Anzahl von Aktuatoren (24) auf einer Aktuatorenscheibe (12) abgefragt wird, die drehstarr direkt mit dem Rotor (13) und der Waschtrommel verbunden ist. Die Aktuatoren (24) lösen in einem Inkremental-Impulsgeber (23) Zählimpulse (25) für einen Inkremental-Zähler (26) aus, dessen drehrichtungsabhängig saldierte Zählstellung die momentane Winkelstellung der Scheibe (12) und damit des Rotors (13) relativ zum Stator (15) angibt, wenn der Zähler (26) zuvor auf eine Referenz-Drehstellung der Waschtrommel (12) synchronisiert wurde. Die Synchronisierung des Inkrementalzählers (26) kann zu Betriebsbeginn mit dem Eindrehen des Rotors (13) in ein definiertes, zunächst noch stationäres Statorfeld und dann periodisch während des Betriebes durch eine signifikante Impulsgabe oder durch Auswerten der induzierten Stator клемmenspannung an einem momentan stromlosen Spulenstrang erfolgen.

(Zeichnung)



Fig. 1

